

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC714 U.S. PTO
09/589064
06/08/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 6月23日

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第176968号

出 願 人
Applicant(s):

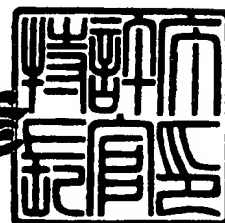
旭光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 3月17日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3016852

【書類名】 特許願

【整理番号】 AP99659

【提出日】 平成11年 6月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/232
H04N 1/04
H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 谷 信博

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代表者】 松本 徹

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像入力装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被計測物体に測距光を照射する光源と、

前記被計測物体からの反射光を受け、受光量に応じた電荷を蓄積可能な2次元格子状に配列された光電変換素子と、

格子状に配列された前記光電変換素子の各垂直ラインに沿って配置され、前記光電変換素子に蓄積された信号電荷を垂直方向に転送するための垂直転送部と、

前記各垂直転送部の一方の端部に隣接し、前記光電変換素子の水平ラインに平行に配置された前記信号電荷を水平方向に転送するための水平転送部と、

全水平ラインのうち所定本数おきに位置する有効水平ライン上の光電変換素子に蓄積された前記信号電荷のみを前記垂直転送部へ転送可能な電荷転送手段と、

前記電荷転送手段を繰り返し駆動することにより、前記有効水平ライン上の光電変換素子に蓄積された前記信号電荷を前記垂直転送部において積分する信号電荷積分手段と、

前記有効水平ラインの信号電荷が前記水平転送部に転送されたときのみ前記水平転送部を駆動するように前記水平転送部および前記垂直転送部を制御する転送動作制御手段と

を備えたことを特徴とする3次元画像入力装置。

【請求項2】 前記水平ラインが複数の系統に分かれ、前記有効水平ラインが前記系統の1つまたは組み合わせによって構成されることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像入力装置。

【請求項3】 前記水平ラインが第1、第2及び第3の系統に分かれ、これらが第1、第2、第2、第3、第2、第2の系統の順で繰り返し並んでいることを特徴とする請求項2に記載の3次元画像入力装置。

【請求項4】 前記光電変換素子に蓄積した不要電荷を前記光電変換素子から掃出すことにより前記光電変換素子における前記信号電荷の蓄積動作を開始させる蓄積電荷掃出手段を備え、前記信号電荷積分手段が前記蓄積電荷掃出手段と

前記電荷転送手段とを交互に駆動することにより行われることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 5】 前記光電変換素子が基板に沿って形成され、前記蓄積電荷掃出手段が不要電荷を前記基板側に掃出すことを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 6】 前記蓄積電荷掃出手段における前記不要電荷を掃出すための電荷掃出信号の出力が終了することによって、前記被計測物体の距離情報に対応した信号電荷の前記光電変換素子における蓄積を開始することを特徴とする請求項 5 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 7】 前記光源によって、パルス状の測距光が出力され、前記電荷掃出信号が出力されてから前記電荷転送信号が出力されるまでの第 1 の電荷蓄積期間中、前記測距光のパルスが出力されることによって、前記被計測物体の距離情報に対応した信号電荷が前記有効水平ライン上の前記垂直転送部において積分されることを特徴とする請求項 6 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 8】 被計測物体に測距光を照射する光源と、
受光量に応じた電荷を蓄積可能な 2 次元格子状に配列された複数の光電変換素子と、

前記光電変換素子に蓄積された信号電荷を前記光電変換素子の外部へ出力するための電荷転送動作を制御する電荷転送制御手段と、

前記被計測物体からの反射光により前記光電変換素子に蓄積した電荷量から、前記光電変換素子に対応する前記被計測物体までの距離を算出する距離算出手段と、

全ての光電変換素子に蓄積された信号電荷を出力するように前記電荷転送制御手段を駆動し、前記全ての光電変換素子に対応する距離を算出する第 1 の距離測定手段と、

一部の光電変換素子に蓄積された信号電荷を出力するように前記電荷転送制御手段を駆動し、前記一部の光電変換素子に対応する距離を算出する第 2 の距離測定手段と

を備えることを特徴とする 3 次元画像入力装置。

【請求項 9】 前記第 1 及び前記第 2 の距離測定手段の一方を選択し駆動するための距離測定選択手段を備えることを特徴とする請求項 8 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 10】 前記距離測定選択手段は、前記被計測物体が静止しているときには前記第 1 の距離測定手段を、前記被計測物体が移動しているときには前記第 2 の距離測定手段を選択し駆動することを特徴とする請求項 9 に記載の 3 次元画像入力装置。

【請求項 11】 前記第 2 の距離測定手段が、
前記一部の光電変換素子に蓄積された信号電荷を出力するように前記電荷転送制御手段を駆動し、前記一部の光電変換素子に対応する距離を算出するための第 1 の高速モードと、

前記第 1 の高速モードよりも少ない数の光電変換素子から信号電荷を出力するように前記電荷転送制御手段を駆動し、前記少ない数の光電変換素子に対応する距離を算出するための第 2 の高速モードを有し、

前記被計測物体が、相対的に低速で移動するときには前記第 1 の高速モードで距離を算出し、相対的に高速で移動するときには前記第 2 の高速モードで距離を算出することを特徴とする請求項 10 に記載の 3 次元画像入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝播時間測定法を用いて被計測物体の 3 次元形状等を検出する 3 次元画像入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来 3 次元画像入力装置による 3 次元計測は、光、電波あるいは音を被計測物体に照射する能動方式と、光等を照射しない受動方式とに分類される。能動方式には、光伝播時間測定法、変調した光波を用いる位相差測定法、三角測量法、モアレ法、干渉法等が知られており、受動方式には、ステレオ視法、レンズの焦点法等が知られている。

【0003】

能動方式は受動方式に比べ、レーザ光等を照射するための機構が必要なために装置の規模が大きくなるが、距離分解能、計測時間、計測空間範囲等の点において優れており、産業応用分野において広く用いられてきている。「Measurement Science and Technology」(S. Christie 他、vol.6, p1301-1308, 1995 年)に記載された3次元画像入力装置では、パルス変調されたレーザ光が被計測物体に照射され、その反射光がイメージインテンシファイアが取付けられた2次元CCDセンサによって受光され、電気信号に変換される。イメージインテンシファイアはレーザ光のパルス発光に同期したゲートパルスによってシャッタ制御される。この構成によれば、遠い被計測物体からの反射光による受光量は近い被計測物体からの反射光による受光量に比べて小さいので、被計測物体の距離に応じた出力がCCDの各画素毎に得られる。

【0004】

一方、国際公開97/01111号公報に開示された装置では、パルス変調されたレーザ光等の光が被計測物体に照射され、その反射光がメカニカル又は液晶素子等から成る電気光学的シャッタと組み合わされた2次元CCDセンサによって受光され、電気信号に変換される。そのシャッタは、測距光のパルスとは異なるタイミングで制御され、距離情報がCCDの各画素毎に得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の能動方式の装置では、CCDセンサにおける電荷蓄積動作を制御するためにKDP素子等の光シャッタが設けられている。ところが光シャッタの規模が大きだけでなく、光シャッタを駆動するために高電圧を供給する電気回路が必要であるので、従来装置は大型化せざるを得ないという問題があった。一方、米国特許第5,081,530号明細書には、CCDセンサの電荷蓄積動作を制御するために電子シャッタを用いる構成が開示されているが、従来の1回の電子シャッタにより得られるCCDセンサの出力は、被計測物体の距離情報を検出するために十分な大きさを有していない。

【0006】

本発明は、光シャッタを必要とせず小型で安価であり、しかも被計測物体が高速に移動している場合においても距離情報を検出できる 3 次元画像入力装置を得ることを目的としている。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の 3 次元画像入力装置は被計測物体に測距光を照射する光源と、被計測物体からの反射光を受け、受光量に応じた電荷を蓄積可能な 2 次元格子状に配列された光電変換素子と、格子状に配列された光電変換素子の各垂直ラインに沿って配置され、光電変換素子に蓄積された信号電荷を垂直方向に転送するための垂直転送部と、各垂直転送部の一方の端部に隣接し、光電変換素子の水平ラインに平行に配置された信号電荷を水平方向に転送するための水平転送部と、全水平ラインのうち所定本数おきに位置する有効水平ライン上の光電変換素子に蓄積された信号電荷のみを垂直転送部へ転送可能な電荷転送手段と電荷転送手段を繰り返し駆動することにより、有効水平ライン上の光電変換素子に蓄積された信号電荷を垂直転送部において積分する信号電荷積分手段と、有効水平ラインの信号電荷が水平転送部に転送されたときのみ水平転送部を駆動するように水平転送部および垂直転送部を制御する転送動作制御手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

水平ラインは好ましくは複数の系統に分かれ、有効水平ラインが系統の 1 つまたは組み合わせによって構成される。また好ましくは水平ラインは第 1、第 2 及び第 3 の系統に分かれ、これらが第 1、第 2、第 2、第 3、第 2、第 2 の系統の順で繰り返し並んでいる。

【 0 0 0 9 】

好ましくは、光電変換素子に蓄積した不要電荷を光電変換素子から掃出すことにより光電変換素子における信号電荷の蓄積動作を開始させる蓄積電荷掃出手段を備え、信号電荷積分手段が蓄積電荷掃出手段と電荷転送手段とを交互に駆動することにより行われる。また光電変換素子は好ましくは、基板に沿って形成され、蓄積電荷掃出手段が不要電荷を基板側に掃出す。

【 0 0 1 0 】

好ましくは蓄積電荷掃出手段における不要電荷を掃出すための電荷掃出信号の出力が終了することによって、被計測物体の距離情報に対応した信号電荷の光電変換素子における蓄積が開始する。また好ましくは光源によって、パルス状の測距光が出力され、電荷掃出信号が出力されてから電荷転送信号が出力されるまでの第1の電荷蓄積期間中、測距光のパルスが出力されることによって、被計測物体の距離情報に対応した信号電荷が有効水平ライン上の垂直転送部において積分される。

【0011】

本発明の3次元画像入力装置は、被計測物体に測距光を照射する光源と、受光量に応じた電荷を蓄積可能な2次元格子状に配列された複数の光電変換素子と、光電変換素子に蓄積された信号電荷を光電変換素子の外部へ出力するための電荷転送動作を制御する電荷転送制御手段と、被計測物体からの反射光により光電変換素子に蓄積した電荷量から、光電変換素子に対応する被計測物体までの距離を算出する距離算出手段と、全ての光電変換素子に蓄積された信号電荷を出力するように電荷転送制御手段を駆動し、全ての光電変換素子に対応する距離を算出する第1の距離測定手段と、一部の光電変換素子に蓄積された信号電荷を出力するように電荷転送制御手段を駆動し、一部の光電変換素子に対応する距離を算出する第2の距離測定手段と備えることを特徴とする。

【0012】

好ましくは、第1及び第2の距離測定手段の一方を選択し駆動するための距離測定選択手段を備え、被計測物体が静止しているときには第1の距離測定手段を、被計測物体が移動しているときには第2の距離測定手段を選択し駆動する。

【0013】

また好ましくは第2の距離測定手段が、一部の光電変換素子に蓄積された信号電荷を出力するように電荷転送制御手段を駆動し、一部の光電変換素子に対応する距離を算出するための第1の高速モードと、第1の高速モードよりも少ない数の光電変換素子から信号電荷を出力するように電荷転送制御手段を駆動し、光電変換素子に対応する距離を算出するための第2の高速モードを有し、被計測物体が相対的に低速で移動するときには第1の高速モードで距離を算出し、被計測物

体が相対的に高速で移動するときには第2の高速モードで距離を算出する。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は本発明の第1の実施形態である3次元画像入力装置を備えたカメラの斜視図である。

【0015】

カメラ本体10の前面において、撮影レンズ11の左上にはファインダ窓12が設けられ、右上にはストロボ13が設けられている。カメラ本体10の上面において、撮影レンズ11の真上には、測距光であるレーザ光を照射する発光装置（光源）14が配設されている。発光装置14の左側にはリリーススイッチ15と液晶表示パネル16が設けられ、また右側にはモード切替ダイヤル17とV/Dモード切替スイッチ18が設けられている。カメラ本体10の側面には、ICメモリカード等の記録媒体を挿入するためのカード挿入口19が形成され、また、ビデオ出力端子20とインターフェースコネクタ21が設けられている。

【0016】

図2は図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

撮影レンズ11の中には絞り25が設けられている。絞り25の開度はアイリス駆動回路26によって調整される。撮影レンズ11の焦点調節動作およびズーム動作はレンズ駆動回路27によって制御される。

【0017】

撮影レンズ11の光軸上には撮像素子（CCD）28が配設されている。CCD28には、撮影レンズ11によって被写体像が形成され、被写体像に対応した電荷が発生する。CCD28における電荷の蓄積動作、電荷の読出動作等の動作はCCD駆動回路30によって制御される。CCD28から読み出された電荷信号すなわち画像信号はアンプ31において増幅され、A/D変換器32においてアナログ信号からデジタル信号に変換される。デジタルの画像信号は撮像信号処理回路33においてガンマ補正等の処理を施され、画像メモリ34に一時的に格納される。アイリス駆動回路26、レンズ駆動回路27、CCD駆動回路30、

撮像信号処理回路 33 はシステムコントロール回路 35 によって制御される。

【0018】

画像信号は画像メモリ 34 から読み出され、LCD 駆動回路 36 に供給される。LCD 駆動回路 36 は画像信号に応じて動作し、これにより画像表示 LCD パネル 37 には、画像信号に対応した画像が表示される。

【0019】

また画像メモリ 34 から読み出された画像信号は TV 信号エンコーダ 38 に送られ、ビデオ出力端子 20 を介して、カメラ本体 10 の外部に設けられたモニタ装置 39 に伝送可能である。システムコントロール回路 35 はインターフェース回路 40 に接続され、インターフェース回路 40 はインターフェースコネクタ 21 に接続されている。したがって画像メモリ 34 から読み出された画像信号は、インターフェースコネクタ 21 に接続されたコンピュータ 41 に伝送可能である。またシステムコントロール回路 35 は、記録媒体制御回路 42 を介して画像記録装置 43 に接続されている。したがって画像メモリ 34 から読み出された画像信号は、画像記録装置 43 に装着された IC メモリカード等の記録媒体 M に記録可能である。

【0020】

システムコントロール回路 35 には、発光素子制御回路 44 が接続されている。発光装置 14 には発光素子 14a と照明レンズ 14b が設けられ、発光素子 14a の発光動作は発光素子制御回路 44 によって制御される。発光素子 14a は測距光であるレーザ光を照射するものであり、このレーザ光は照明レンズ 14b を介して被計測物体の全体に照射される。被計測物体において反射した光は撮影レンズ 11 に入射する。この光を CCD 28 によって検出することにより、後述するように被計測物体の 3 次元画像が計測される。なおこの計測において、CCD 28 における転送動作のタイミング等の制御はシステムコントロール回路 35 と CCD 駆動回路 30 によって行なわれる。

【0021】

システムコントロール回路 35 には、リリーススイッチ 15、モード切替ダイヤル 17、V/D モード切替スイッチ 18 から成るスイッチ群 45 と、液晶表示

パネル（表示素子）16とが接続されている。

【0022】

図3および図4を参照して、本実施形態における距離測定の実理を説明する。
なお図4において横軸は時間 t である。

【0023】

距離測定装置Bから出力された測距光は被計測物体Sにおいて反射し、図示しないCCDによって受光される。測距光は所定のパルス幅Hを有するパルス状の光であり、したがって被計測物体Sからの反射光も、同じパルス幅Hを有するパルス状の光である。また反射光のパルスの立ち上がりは、測距光のパルスの立ち上がりよりも時間 $\delta \cdot t$ （ δ は遅延係数）だけ遅れる。測距光と反射光は距離計測装置Bと被計測物体Sの間の2倍の距離 r を進んだことになるから、その距離 r は

$$r = \delta \cdot t \cdot C / 2 \quad \dots (1)$$

により得られる。ただしCは光速である。

【0024】

例えば測距光のパルスの立ち上がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がる前に検知不可能な状態に切換えるようにすると、すなわち反射光検知期間Tを設けると、この反射光検知期間Tにおける受光量Aは距離 r の関数である。すなわち受光量Aは、距離 r が大きくなるほど（時間 $\delta \cdot t$ が大きくなるほど）小さくなる。

【0025】

本実施形態では上述した原理を利用して、CCD28に設けられ、2次元的に配列された複数のフォトダイオード（光電変換素子）においてそれぞれ受光量Aを検出することにより、カメラ本体10から被計測物体Sの表面の各点までの距離をそれぞれ検出し、被計測物体Sの表面形状に関する3次元画像のデータを一括して入力している。

【0026】

CCD28は電氣的に例えば3つの系統に別れるフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ により構成されており、図5はこのときのフォトダイオード

51a₁、51a₂、51a₃と垂直転送部52の配置を示す図である。図6はCCD28を基板53に垂直な平面で切断して示す断面図である。このCCD28は従来公知のインターライン型CCDであり、不要電荷の掃出しにVOD（縦型オーバーフローレイン）方式を用いたものである。

【0027】

フォトダイオード51a₁、51a₂、51a₃と垂直転送部52はn型基板53の面に沿って形成されている。フォトダイオード51a₁、51a₂、51a₃は2次元的な格子状に配置されており、図5はこの格子状に配置されたフォトダイオードの垂直方向の1つの列を図示したものである。フォトダイオードは上から51a₁、51a₂、51a₂、51a₃、51a₂、51a₂の順で配列され、以下この順序で繰り返し配列されている。

【0028】

垂直転送部52はフォトダイオード51a₁、51a₂、51a₃に隣接して設けられている。垂直転送部52は、1つのフォトダイオードに対して4つの垂直転送電極を有する。すなわちフォトダイオード51a₁に隣接した垂直転送部52は垂直転送電極52a₁、52b、52c、52dを有する。同様にフォトダイオード51a₂に隣接した垂直転送部52は垂直転送電極52a₂、52b、52c、52dを有し、フォトダイオード51a₃に隣接した垂直転送部52は垂直転送電極52a₃、52b、52c、52dを有する。同一の記号で図示された垂直転送電極同士は、回路内において互いに電氣的に連結しており、同一記号の電極毎に独立に信号電圧を印加することができる。また、垂直転送部52は各々のフォトダイオード毎に4つの垂直転送電極を持つので、フォトダイオード毎に4つのポテンシャルの井戸が形成可能であり、従来公知のように、これらの井戸の深さを制御することによって、信号電荷をCCD28から出力することができる。なお、垂直転送電極の数は目的に応じて自由に変更できる。

【0029】

基板53の表面に形成されたp型井戸の中にフォトダイオード51a₁、51a₂、51a₃が形成され、p型井戸とn型基板53の間に印加される逆バイアス電圧によってp型井戸が完全に空乏化される。この状態において、入射光（被

計測物体からの反射光)の光量に応じた電荷がフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ において蓄積される。基板電圧 V_{sub} を所定値以上に大きくすると、フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ に蓄積した電荷は、基板53側に掃出される。これに対し、転送ゲート部54に電荷転送信号(電圧信号)が印加されたとき、フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ に蓄積した電荷は垂直転送部52に転送される。すなわち電荷掃出し信号によって電荷を基板53側に掃出した後、フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ に蓄積した信号電荷が、電荷転送信号によって垂直転送部52側に転送される。このような動作を繰り返すことにより、垂直転送部52において信号電荷が積分され、いわゆる電子シャッタ動作が実現される。

【0030】

本実施形態におけるCCDは、電氣的に3系統のフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ に分かれているが、これは移動する物体の距離に関するデータを検出するためである。被計測物体が移動している場合、距離検出に掛かる時間を短くする必要があるが、後に詳述するように例えばCCDにおけるフォトダイオードの水平ラインを $1/n$ (例えば $n=1, 2, 3$)ラインに間引いて距離検出動作を行なうことにより、距離検出時間を短縮することができる。本実施形態において距離検出動作を行なう距離測定(D)モードには、3系統のフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ を全て用いて(フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ を有効水平ラインとする)、静止していると見なせる物体の距離検出動作を行なう通常モード(Dnモード)と、2系統のフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_3$ のみを用いて(フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_3$ を有効水平ラインとする)移動物体の距離測定を行なう第1の高速モード(Dh1モード)と、1系統のフォトダイオード $51a_1$ を単独で用い(フォトダイオード $51a_1$ のみを有効水平ラインとする)、より高速な移動物体の距離測定を行なう第2の高速モード(Dh2モード)の3つのモードが設けられている。Dnモード、Dh1モード、Dh2モードは、フォトダイオードのライン数をそれぞれ $1/1$ 、 $1/3$ 、 $1/6$ に間引いた状態に対応する。なおDnモードは第1の距離測定手段に対応し、Dh1モード、Dh2モードは第2の距離測定手段に対

応している。

【0031】

図7は、各画素に対応する被計測物体の表面の各点までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。図1、図2、図5～図7を参照して距離情報検出動作をフォトダイオード51a₁を単独で用いた場合を例に取り説明する。なお他の系統のフォトダイオードを単独で用いた場合や、複数の系統のフォトダイオードを組み合わせて用いた場合においても同様である。

【0032】

垂直同期信号（図示せず）の出力に同期して電荷掃出し信号（パルス信号）S1が出力され、これによりフォトダイオード51a₁に蓄積していた不要電荷が基板53の方向に掃出しされ、フォトダイオード51a₁における蓄積電荷量はゼロになる（符号S2）。電荷掃出し信号S1の出力の開始の後、一定のパルス幅を有するパルス状の測距光S3が出力される。測距光S3が出力される期間（パルス幅）は調整可能であり、図示例では、電荷掃出し信号S1の出力と同時に測距光S3がオフするように調整されている。

【0033】

測距光S3は被計測物体において反射し、CCD28に入射する。すなわちCCD28によって被計測物体からの反射光S4が受光されるが、電荷掃出し信号S1が出力されている間は、フォトダイオード51a₁において電荷は蓄積されない（符号S2）。電荷掃出し信号S1の出力が停止されると、フォトダイオード51a₁では、反射光S4の受光によって電荷蓄積が開始され、反射光S4と外光に起因する信号電荷S5が発生する。反射光S4が消滅すると（符号S6）フォトダイオード51a₁では、反射光に基づく電荷蓄積は終了するが（符号S7）、外光のみに起因する電荷蓄積が継続する（符号S8）。

【0034】

その後、電荷転送信号S9が出力されると、フォトダイオード51a₁に蓄積された電荷が垂直転送部52に転送される。この電荷転送は、電荷転送信号の出力の終了（符号S10）によって完了する。すなわち、外光が存在するためにフ

フォトダイオード 51 a₁ では電荷蓄積が継続するが、電荷転送信号の出力が終了するまでフォトダイオード 51 a₁ に蓄積されていた信号電荷 S 1 1 が垂直転送部 5 2 へ転送される。電荷転送信号の出力終了後に蓄積している電荷 S 1 4 は、そのままフォトダイオード 51 a₁ に残留する。

【0035】

このように電荷掃出し信号 S 1 の出力の終了から電荷転送信号 S 9 の出力が終了するまでの期間 T_{U1} の間、フォトダイオード 51 a₁ には、被計測物体までの距離に対応した信号電荷が蓄積される。そして、反射光 S 4 の受光終了（符号 S 6）までフォトダイオード 51 a₁ に蓄積している電荷が、外光と被計測物体の距離情報とに対応した信号電荷 S 1 2 として垂直転送部 5 2 へ転送され、その他の信号電荷 S 1 3 は外光のみに起因するものである。

【0036】

電荷転送信号 S 9 の出力から一定時間が経過した後、再び電荷掃出し信号 S 1 が出力され、垂直転送部 5 2 への信号電荷の転送後にフォトダイオード 51 a₁ に蓄積された不要電荷が基板 5 3 の方向へ掃出される。すなわち、フォトダイオード 51 a₁ において新たに信号電荷の蓄積が開始する。そして、上述したのと同様に、電荷蓄積期間 T_{U1} が経過したとき、信号電荷は垂直転送部 5 2 へ転送される。

【0037】

このような信号電荷 S 1 1 の垂直転送部 5 2 への転送動作は、次の垂直同期信号が出力されるまで、繰り返し実行される。これにより垂直転送部 5 2 において、信号電荷 S 1 1 が積分され、2つの垂直同期信号によって挟まれる期間（検出期間）に積分された信号電荷 S 1 1 は、その期間被計測物体が静止していると見做せれば、被計測物体までの距離情報に対応している。

【0038】

以上説明した信号電荷 S 1 1 の検出動作は1つのフォトダイオード 51 a₁ に関するものであり、垂直転送電極 5 2 a₁ を有する全てのフォトダイオード 51 a₁ においてこのような検出動作が行なわれる。1検出期間における検出動作の結果、垂直転送電極 5 2 a₁ を有するフォトダイオード 51 a₁ に隣接した垂直

転送部には、そのフォトダイオード 51a₁ によって検出された距離情報が保持される。この距離情報は垂直転送部 52 における垂直転送動作および図示しない水平転送部における水平転送動作によって CCD 28 から出力され、被計測物体の 3 次元画像データとして、3 次元画像入力装置の外部に取り出される。

【0039】

しかし CCD 28 により検出された反射光は、被計測物体の表面の反射率の影響を受けている。したがって、この反射光を介して得られた距離情報は反射率に起因する誤差を含んでいる。また、CCD 28 により検出された反射光には、被計測物体からの反射光以外に外光等の成分も含まれており、これに起因する誤差も存在する。

【0040】

次にこれらの誤差を補正する方法について説明する。図 8～図 10 は距離補正情報、反射率情報および反射率補正情報の検出動作におけるタイミングチャートである。図 11～図 13 は距離情報検出動作のフローチャートである。図 1、図 2、図 7～図 13 を参照して、距離情報検出動作について説明する。

【0041】

ステップ 101 においてリリーススイッチ 15 が全押しされていることが確認されるとステップ 102 が実行され、ビデオ (V) モードと距離測定 (D) モードのいずれが選択されているかが判定される。これらのモード間における切替は V/D モード切替スイッチ 18 を操作することによって行なわれる。V/D モード切替スイッチ 18 は、V モードと Dn モード、Dh1 モード、Dh2 モードの 4 つのモードに分かれており、Dn、Dh1、Dh2 モードの何れかのモードに V/D モード切替スイッチが設定されているとき D モードが選択されていると判定される。

【0042】

ステップ 102 において D モードが選択されていると判定されると、ステップ 103～ステップ 107 において、選択された D モードが Dn モード、Dh1 モード、Dh2 モードの何れのモードであるのかが判定され、それぞれのモードに応じて CCD の検知制御における間引きモード (1/1、1/3、1/6 間引き

モード) が設定される。すなわち、ステップ 103 において選択されたモードが Dn モードであるか否かが判定され、Dn モードが選択されているときにはステップ 104 において CCD の検知制御がフォトダイオードを間引かずに行なうよう設定され、全てのフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ が距離検出に用いられる (1/1 間引きモード)。Dn モードではないと判定されたときには、ステップ 105 において選択されたモードが Dh1 モードであるか否かが判定される。Dh1 モードが選択されているときにはステップ 106 において CCD の検知制御がフォトダイオードを 1/3 に間引いて行なうように設定される (1/3 間引きモード)。すなわちフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_3$ が距離検出に用いられる。また Dh1 モードでないと判定されたときには、ステップ 107 において CCD の検知制御がフォトダイオードを 1/6 に間引いて行なうように設定され (1/6 間引きモード)、フォトダイオード $51a_1$ のみが距離検出に用いられる。以下 CCD の検知制御は、設定された間引きモードに対応して行なわれる。

【0043】

ステップ 108 においては、垂直同期信号が出力されるとともに測距光制御が開始される。すなわち発光装置 14 が駆動され、パルス状の測距光 S3 が断続的に出力される。次いでステップ 109 が実行され、CCD 28 による検知制御が開始される。すなわち図 7 を参照して説明した距離情報検出動作が開始され、電荷掃出し信号 S1 と電荷転送信号 S9 が交互に出力されて、距離情報の信号電荷 S11 が垂直転送部 52 において積分される。

【0044】

ステップ 110 では、距離情報検出動作の開始から 1 検出期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 検出期間が終了するとステップ 111 へ進み、距離情報の信号電荷 S11 が CCD 28 から出力される。この信号電荷 S11 はステップ 112 において画像メモリ 34 に一時的に記憶される。ステップ 113 では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置 14 の発光動作が停止する。

【0045】

ステップ 114～117では、距離補正情報の検出動作が行なわれる。まずステップ 114では、垂直同期信号が出力されるとともに CCD 28による検知制御が開始される。すなわち発光装置 14の発光動作が行なわれることなく、光源が消灯された状態で、電荷掃出し信号 S 21と電荷転送信号 S 22が交互に出力される。電荷蓄積時間 T_{U1} は図 7に示す距離情報検出動作と同じであるが、被計測物体に測距光が照射されないため（符号 S 23）、反射光は存在せず（符号 S 24）。したがって、距離情報の信号電荷は発生しないが、CCD 28には外光等の外乱成分が入射するため、この外乱成分に対応した信号電荷 S 25が発生し、電荷転送信号 S 22の出力によって、それまでフォトダイオードに蓄積していた信号電荷 S 26が垂直転送部へ転送される。この信号電荷 S 26は、外乱成分が距離情報に及ぼす影響を補正するための、電荷蓄積時間 T_{U1} に対する距離補正情報に対応している。

【0046】

ステップ 115では、距離補正情報の検出動作の開始から 1 検出期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 検出期間が終了するとステップ 116において、距離補正情報の信号電荷 S 26が CCD 28から出力される。距離補正情報の信号電荷 S 26はステップ 117において画像メモリ 34に一時的に記憶される。

【0047】

ステップ 118～122では、反射率情報の検出動作が行なわれる。ステップ 118では、垂直同期信号が出力されるとともに測距光制御が開始され、パルス状の測距光 S 33が断続的に出力される。ステップ 119では、CCD 28による検知制御が開始され、電荷掃出し信号 S 31と電荷転送信号 S 35が交互に出力される。電荷掃出し信号 S 31が出力されることによって、フォトダイオードにおける蓄積電荷量はゼロになる（符号 S 32）。電荷掃出し信号 S 31の出力が終了すると、測距光 S 33が出力され、CCD には反射光 S 34が入射する。反射光 S 34が消滅した後、電荷転送信号 S 35が出力される。すなわち反射率情報の検出動作は、電荷掃出し信号 S 31の出力が終了してから電荷転送信号 S 35の出力が終了するまでの電荷蓄積期間 T_{U2} 内に、反射光 S 34の全てが受光

されるように制御される。

【0048】

このようにフォトダイオードでは、反射光 S 3 4 を受光している間は反射光 S 3 4 と外光に起因する信号電荷 S 3 6 が蓄積され、また、反射光 S 3 4 を受光していない間は外光のみに起因する信号電荷 S 3 7、S 3 8 が蓄積される。そして電荷転送信号 S 3 5 の出力により、それまでのフォトダイオードに蓄積されていた信号電荷 S 3 9 が垂直転送部へ転送される。この信号電荷 S 3 9 は反射率情報に対応し、外光に基く成分 S' 3 9 を含んでいる。

【0049】

ステップ 1 2 0 では、反射率情報検出動作の開始から 1 検出期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 検出期間が終了するとステップ 1 2 1 へ進み、反射率情報の信号電荷 S 3 9 が CCD 2 8 から出力される。この信号電荷 S 3 9 はステップ 1 2 2 において画像メモリ 3 4 に一時的に記憶される。ステップ 1 2 3 では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置 1 4 の発光動作が停止する。

【0050】

ステップ 1 2 4 ~ 1 2 7 では、反射率補正情報の検出動作が行なわれる。ステップ 1 2 4 では、垂直同期信号が出力されるとともに CCD 2 8 による検知制御が開始される。すなわち発光装置 1 4 の発光動作が行なわれることなく、光源が消灯された状態で、電荷掃出し信号 S 4 1 と電荷転送信号 S 4 2 が交互に出力される。電荷蓄積時間 T_{U2} は図 9 に示す反射率情報検出動作と同じであるが、被計測物体に測距光が照射されないため（符号 S 4 3）、反射光は存在せず（符号 S 4 4）。したがって、反射率情報の信号電荷は発生しないが、CCD 2 8 には外光等の外乱成分に対応した信号電荷 S 4 6 が発生する。この信号電荷 S 4 6 は、外乱成分が電荷蓄積時間 T_{U2} に対する反射率情報に及ぼす影響を補正するための反射率補正情報に対応している。

【0051】

ステップ 1 2 5 では、反射率補正情報の検出動作の開始から 1 検出期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1

検出期間が終了するとステップ126において、反射率補正情報の信号電荷S46がCCD28から出力され、ステップ127において画像メモリ34に一時的に記憶される。

【0052】

ステップ128では、ステップ108～127において得られた距離情報、距離補正情報、反射率情報および反射率補正情報を用いて距離データの演算処理が行われ、ステップ129において距離データが出力されてこの検出動作は終了する。一方、ステップ102においてVモードが選択されていると判定されたとき、ステップ130において測距光制御がオフ状態に切換えられるとともに、ステップ131においてCCD28による通常の撮影動作（CCDビデオ制御）がオン状態に定められ、この検出動作は終了する。

【0053】

ステップ128において実行される演算処理の内容を図7～図10を参照して説明する。

反射率Rの被計測物体が照明され、この被計測物体が輝度Iの2次光源と見做されてCCDに結像された場合を想定する。このとき、電荷蓄積時間tの間にフォトダイオードに発生した電荷が積分されて得られる出力S_nは、

$$S_n = k \cdot R \cdot I \cdot t \quad \dots (2)$$

で表される。ここでkは比例定数で、撮影レンズのFナンバーや倍率等によって変化する。

【0054】

被計測物体がレーザ等の光源からの光で照明される場合、輝度Iはその光源による輝度I_Sと背景光による輝度I_Bとの合成されたものとなり、

$$I = I_S + I_B \quad \dots (3)$$

と表せる。

【0055】

図7に示されるように電荷蓄積時間をT_{U1}、測距光S3のパルス幅をT_S、距離情報の信号電荷S12のパルス幅をT_Dとし、1検出期間中のその電荷蓄積時間がN回繰り返されるとすると、得られる出力SM₁₀は、

$$\begin{aligned} SM_{10} &= \Sigma (k \cdot R (I_S \cdot T_D + I_B \cdot T_{U1})) \\ &= k \cdot N \cdot R (I_S \cdot T_D + I_B \cdot T_{U1}) \end{aligned} \quad \dots (4)$$

となる。なお、パルス幅 T_D は

$$\begin{aligned} T_D &= \delta \cdot t \\ &= 2r / C \end{aligned} \quad \dots (5)$$

と表せる。

【0056】

図9に示されるようにパルス状の電荷蓄積時間 T_{U2} が、測距光 S33 の期間（パルス幅） T_S よりも十分大きく、反射光の単位受光時間を全部含むように制御された場合に得られる出力 SM_{20} は、

$$\begin{aligned} SM_{20} &= \Sigma (k \cdot R (I_S \cdot T_S + I_B \cdot T_{U2})) \\ &= k \cdot N \cdot R (I_S \cdot T_S + I_B \cdot T_{U2}) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

となる。

【0057】

図8に示されるように発光を止めて、図7と同じ時間幅でのパルス状の電荷蓄積を行なった場合に得られる出力 SM_{11} は、

$$\begin{aligned} SM_{11} &= \Sigma (k \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U1}) \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U1} \end{aligned} \quad \dots (7)$$

となる。同様に、図10に示されるような電荷蓄積を行なった場合に得られる出力 SM_{21} は、

$$\begin{aligned} SM_{21} &= \Sigma (k \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U2}) \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I_B \cdot T_{U2} \end{aligned} \quad \dots (8)$$

となる。

【0058】

(4)、(6)、(7)、(8) 式から、

$$\begin{aligned} S_D &= (SM_{10} - SM_{11}) / (SM_{20} - SM_{21}) \\ &= T_D / T_S \end{aligned} \quad \dots (9)$$

が得られる。

【0059】

上述したように測距光 S 3 と反射光 S 4 にはそれぞれ外光等の外乱成分（背景光による輝度 I_B ）が含まれている。（9）式の T_D / T_S は、測距光 S 3 を照射したときの被計測物体からの反射光 S 4 の光量を、測距光 S 3 の光量によって正規化したものであり、これは、測距光 S 3 の光量（図 7 の信号電荷 S 1 1 に相当）から外乱成分（図 8 の信号電荷 S 2 6 に相当）を除去した値と、反射光 S 4 の光量（図 9 の信号電荷 S 3 9 に相当）から外乱成分（図 10 の信号電荷 S' 3 9 に相当）を除去した値との比に等しい。

【0060】

（9）式の各出力値 SM_{10} 、 SM_{11} 、 SM_{20} 、 SM_{21} はステップ 112、117、122、127 において、距離情報、距離補正情報、反射率情報、反射率補正情報として格納されている。したがって、これらの情報に基づいて、 T_D / T_S が得られる。パルス幅 T_S は既知であるから、（5）式と T_D / T_S から距離 r が得られる。

【0061】

次に CCD の水平ラインを $1/n$ ($n=1, 3, 6$) に間引いて距離検出を行なう際の信号電荷の垂直転送、水平転送について図 14～図 16 を参照して説明する。

【0062】

図 14 は CCD 28 におけるフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ 、垂直転送部 52、水平転送部 55 の配置を表したものである。ただしフォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ 、 $51a_3$ および垂直転送部 52 は垂直方向の一行のみ図示されており、その構成は図 5、図 6 を参照して説明した通りである。水平転送部 55 は交互に配置される水平転送電極 $55a$ と $55b$ を有する。前述したようにフォトダイオードに蓄積された信号電荷は垂直転送部へ 1 検出期間繰返し転送されそこで積分される。フォトダイオードから垂直転送部への電荷転送では、垂直転送電極 $52a_1$ 、 $52a_2$ 、 $52a_3$ のうち各間引きモードに対応した垂直転送電極のみに信号電圧が印加されたが、垂直転送においては垂直転送電極 $52a_1$ 、 $52a_2$ 、 $52a_3$ 全てに同期した信号電圧が印加される。したがって、これら 3 系統の垂直転送電極 $52a_1$ 、 $52a_2$ 、 $52a_3$ を電氣的に

1つの垂直転送電極として記号52aで表すと、垂直転送電極は4つの系統の垂直転送電極52a、52b、52c、52dで表される。垂直転送部において積分された信号電荷は垂直転送電極52a、52b、52c、52dに印加される4相の駆動パルスにより次々と下向きに垂直転送され、最も下にある信号電荷が水平転送電極55aの下の水平転送部55へ転送されると、水平転送電極55a、55bに駆動パルス信号が出力され、信号電荷は図面左方向へ次々と水平転送されCCDの外部へ出力される。

【0063】

図15(a)、(b)、(c)は、それぞれ1/1、1/3、1/6間引きモードにおいて垂直転送電極52a、52b、52c、52dに印加される垂直転送CCDパルス(4相駆動パルス)及び水平転送電極55aに印加される水平転送CCDパルスのタイミングチャートである。水平転送CCDパルスS50、S51が出力されるタイミングは、全ての間引きモードにおいて共通であり、1ライン分の信号電荷を水平転送するのに掛かる時間は全てのモードにおいて変わらない。垂直転送部52から水平転送部55への信号電荷の転送は、水平転送電極55aに水平転送CCDパルスS50が印加されている状態(期間 T_H)において行われる。

【0064】

1/1間引きモード(Dnモード)では、全てのフォトダイオードを距離検出に用いるので、距離検出動作で得られる信号電荷は、垂直転送電極52a(下から $4 \times n$ ($n=1, 2, \dots$)番目の垂直転送電極)に対応する全ての垂直転送部において保持されている。垂直転送CCDパルスS52、S53、S54、S55が順次出力されることによりこれらの信号電荷は垂直転送部の下方へ転送され、垂直転送CCDパルスS54が立下ることにより4相駆動パルスの1周期が終了する。このとき垂直転送部の各部で保持されていた信号電荷は、1ライン下のフォトダイオードに隣接した垂直転送電極52a、52bの下に転送され、一番下の垂直転送電極52a、52bの下に保持されていた信号電荷は、水平転送部へ転送される。次に水平転送CCDパルスS51が出力され水平転送部へ転送された1ライン分の信号電荷は全てCCDの外部へと出力される。以下、同様にS

50が出力されている間に1周期分の垂直転送CCDパルスS52、S53、S54、S55が出力され、その後S51が出力されることにより各ラインの信号電荷は順次CCDの外部へと出力される。この動作は全ラインの信号電荷の出力が完了するまで繰り返し行なわれる。

【0065】

1/3間引きモード(Dh1モード)で信号電荷を保持するのは垂直転送電極52a₁、52a₃の下垂直転送部のみである。したがって、信号電荷を保持するのは下から12×n(n=1, 2, ...)番目の垂直転送電極に対応する垂直転送部のみであり、1つの信号電荷を水平転送部へ転送するには図15(b)に示されるように3周期の垂直転送CCDパルスが必要である。また、1/6間引きモード(Dh2)で信号電荷を保持するのは垂直転送電極52a₁の下垂直転送部、すなわち下から24×n(n=1, 2, ...)番目の垂直転送電極に対応する垂直転送部のみであるため1つの信号電荷を水平転送部へ転送するには図15(c)に示されるように6周期の垂直転送CCDパルスが必要である。これら3周期及び6周期の垂直転送CCDパルスにより水平転送部へ転送された信号電荷は1/1間引きモードのときと同様に水平転送CCDパルスS51によりCCDの外部へと出力される。

【0066】

図15(b)、(c)に示すように、1/3間引きモードにおける3周期及び1/6間引きモードにおける6周期の垂直転送CCDパルスは、水平転送CCDパルスS50が出力されている期間T_Hにおいてなされるので、検出された1ライン分の信号電荷を全てCCDの外部へ出力するのに掛かる時間(S50の立上りから次のS50の立上りまでの期間)は、各モードで変わらない。しかし1/3間引きモード及び1/6間引きモードでは、距離検出に用いるライン数をそれぞれ1/3、1/6に間引いているので水平転送で出力されるライン数はそれぞれ1/3、1/6となり、全ての信号電荷を出力するのに要する時間はそれぞれ1/3、1/6に短縮される。例えばCCDが1280×1024画素(SXGA)のとき、1/1間引きモードで検出された1画像分の距離データを全てCCDの外部へ出力するには、1024周期(S50の立上りから次のS50の立上

りまでの期間を1周期として)の水平転送CCDパルスを要する。しかし1/3間引きモードでは342周期、1/6間引きモードでは171周期の水平転送CCDパルスで1画像分の距離データをCCDの外部へ出力することができる。

【0067】

図16は、各モードの距離検出動作(距離情報検出動作、距離補正情報検出動作、反射率情報検出動作、反射率補正情報検出動作)におけるタイミングチャートを示したものである。画像出力S61、S62、S63、S64は、距離情報検出動作、距離補正情報検出動作、反射率情報検出動作、反射率補正情報検出動作においてCCDから出力される信号をそれぞれ表している。1/1間引きモード(Dnモード)における検出期間 T_0 はフレーム期間に対応し、1/30Sである。したがって距離検出動作全体では2/15S(133.3mS)の時間(T_3)が必要である。距離検出動作における各々の検出動作(距離情報検出動作、距離補正情報検出動作、反射率情報検出動作、反射率補正情報検出動作)には、フォトダイオードで検出された信号電荷を垂直転送部へ繰り返し転送し積分する期間 T_1 と、垂直転送部において積分された信号電荷を水平転送部を介してCCDの外部へ全て出力するのに掛かる期間 T_2 とがある。図7に例示したように電荷掃出信号S1が2 μ S、電荷転送信号S9が1 μ S、電荷掃出信号S1の立下りから電荷転送信号S9の立ち上がりまでの時間が500nS、電荷転送信号S9の立下りから次の電荷掃出信号S1が立ち上がるまでの時間が100nSとすると、信号電荷をフォトダイオードから垂直転送部へ1回転送するのに3.6 μ Sかかる。例えば1検出期間における信号電荷の転送を1000回行う(1000回積分を行う)とすると、これに掛かる期間 T_1 は3.6mSとなる。なおこのとき検出された信号電荷を全てCCDの外部へ出力するのに掛かる期間 T_2 は1フィールド期間である1/60S(約16.7mS)に対応する。

【0068】

一方、1/3間引きモード、1/6間引きモードにおける信号電荷の転送においてはフィールド期間と無関係に信号電荷の転送を行なう。各モードにおける信号電荷の積分回数(1000回)は同じであるとする、各モードにおいて信号電荷の積分に掛かる期間 T_1 は同一である。これに対して1/3間引きモード(

Dh1モード)及び1/6間引きモード(Dh2モード)において、全ての信号電荷を出力(垂直・水平転送)するのにかかる期間 T_2' 、 T_2'' は、信号電荷を保持するライン数が1/3、1/6に減っていることから、1/1間引きモードで要する期間 T_2 のそれぞれ1/3、1/6となる。すなわち期間 T_2' は約5.6mS、期間 T_2'' は約2.8mSとなる。また垂直転送部での信号電荷の積分が終了してから垂直転送を開始するまでの期間および垂直・水平転送が終了してから次の検出動作の信号電荷の積分が開始するまでの期間を例えば1 μ Sとすると、1/3、1/6間引きモードそれぞれの1検出期間 T_0' 、 T_0'' は9.2mS、6.4mSとなり距離検出動作に全体で要する時間 T_3' 、 T_3'' は、36.8mS、25.6mSとなる。したがって距離検出動作に掛かる時間を間引きを行わない場合に比べ大幅に短くすることができ、被計測物体が高速に移動している場合においても距離情報を検出することができる。

【0069】

以上のように本実施形態によれば、光シャッタを必要としないので、3次元画像入力装置を小型化することができ、かつ安価に製造することができる。また、被計測物体までの距離を1回測定するために多数の電荷掃出し信号(パルス信号)を出力して信号電荷S11を積分するように構成されているので、十分に大きい出力を得ることができる。またフォトダイオードを間引く方法を複数用意することにより複数の距離測定モードを設けたため、被計測物体の移動速度に合わせた距離検出動作を行なうことができる。

【0070】

さらに本実施形態によれば、被計測物体に対して測距光を走査することなく、被計測物体の表面形状に関する3次元画像のデータ、すなわち距離情報を一括して計測することができる。したがって被計測物体の3次元画像を得るまでの時間を大幅に短縮することが可能となる。

【0071】

なお本実施形態では被計測物体の距離情報に対して、外光等の影響が除去されていたが、外光等の影響が無視できるときは、(9)式において外光等の影響に関する信号電荷の積分値(すなわち SM_{11} 、 SM_{21})を省略すればよい。これに

より、被計測物体の表面の反射率のみに関する補正が行なわれる。

【0072】

また本実施形態では、フォトダイオードの水平ラインを3系統に分けたが、2系統あるいは4系統以上に別けてもよい。また本実施形態における間引きモードは、距離検出に用いられる水平ラインが $(n-1)$ ライン($n=1, 2, 3$)おきになるように設定されているが、距離検出に例えば、フォトダイオード $51a_2$ のみを用いたり、フォトダイオード $51a_1$ 、 $51a_2$ を用いてもよく、距離検出に用いられる水平ラインが所定のライン数毎に規則的に配置されている必要はない。

【0073】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、光シャッタを必要とせず小型で安価であり、しかも被計測物体が移動している場合においても距離情報を検出できる3次元画像入力装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態である3次元画像入力装置を備えたカメラの斜視図である。

【図2】

図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図3】

測距光による距離測定の実理を説明するための図である。

【図4】

測距光、反射光、ゲートパルス、およびCCDが受光する光量分布を示す図である。

【図5】

CCDに設けられるフォトダイオードと垂直転送部の配置を示す図である。

【図6】

CCDを基板に垂直な平面で切断して示す断面図である。

【図 7】

被計測物体までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。

【図 8】

距離補正情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図 9】

反射率情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図 1 0】

反射率補正情報の検出動作のタイミングチャートである。

【図 1 1】

距離情報検出動作のフローチャートである。

【図 1 2】

距離情報検出動作のフローチャートである。

【図 1 3】

距離情報検出動作のフローチャートである。

【図 1 4】

フォトダイオード、垂直転送部、水平転送部の配置を示す図である。

【図 1 5】

1 / 1 間引きモード、1 / 3 間引きモード、1 / 6 間引きモードにおける垂直転送 CCD パルスと水平転送 CCD パルスのタイミングチャートである。

【図 1 6】

1 / 1 間引きモード、1 / 3 間引きモード、1 / 6 間引きモードにおける距離検出動作全体のタイミングチャートである。

【符号の説明】

1 4 発光装置

5 1 a₁ フォトダイオード

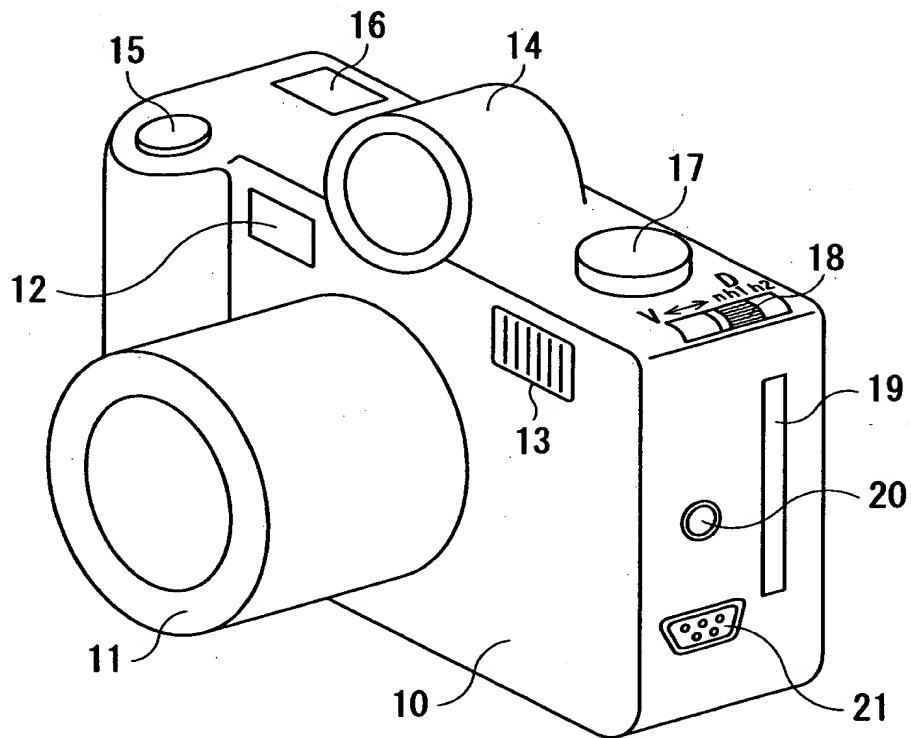
5 1 a₂ フォトダイオード

5 2 垂直転送部

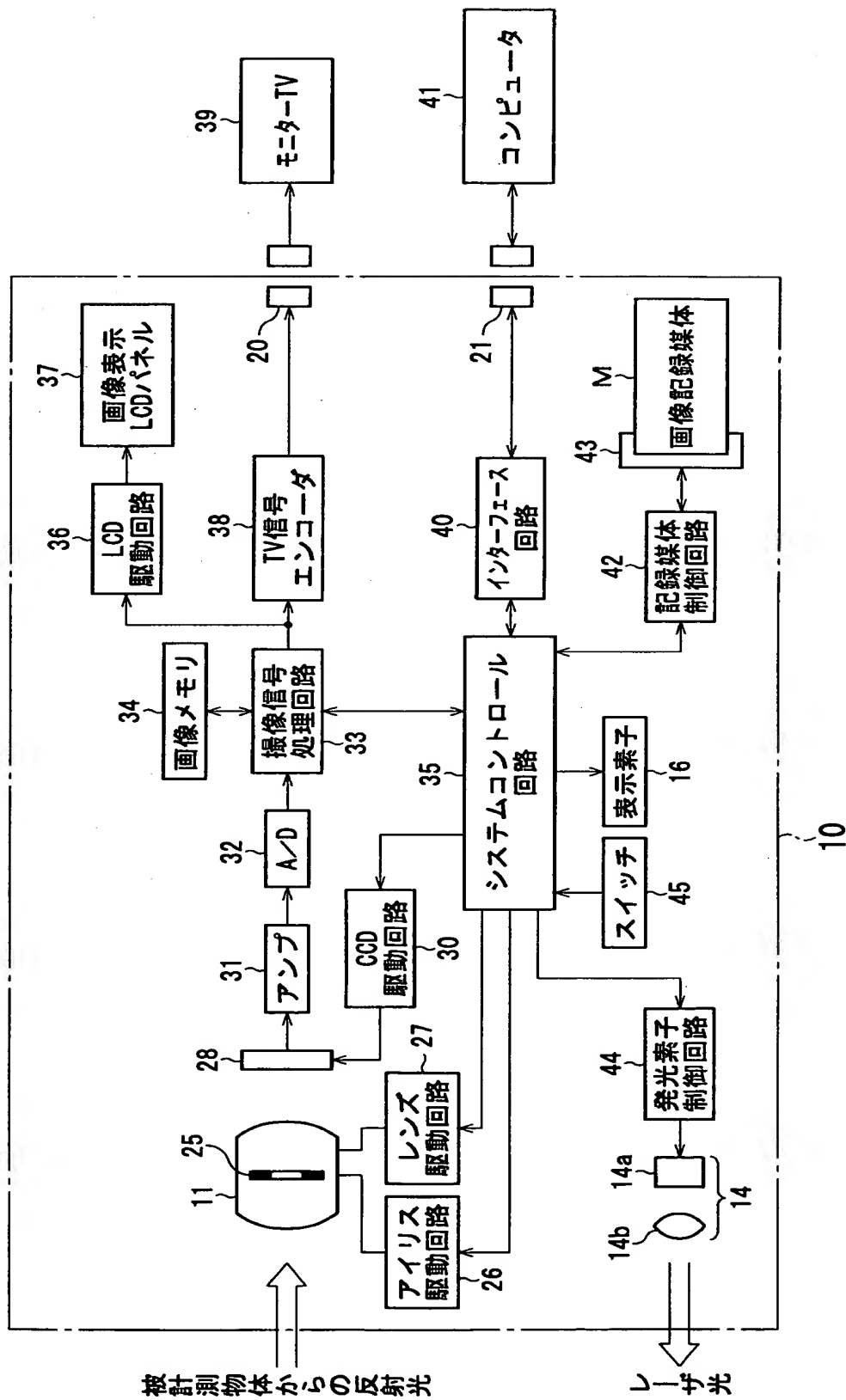
5 5 水平転送部

【書類名】 図面

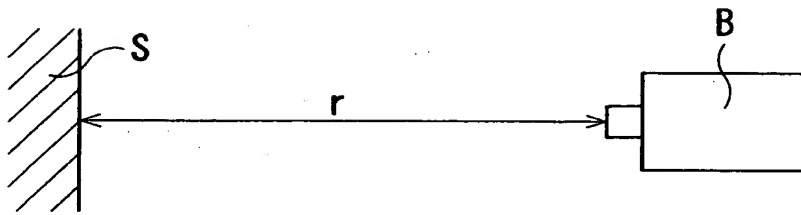
【図 1】



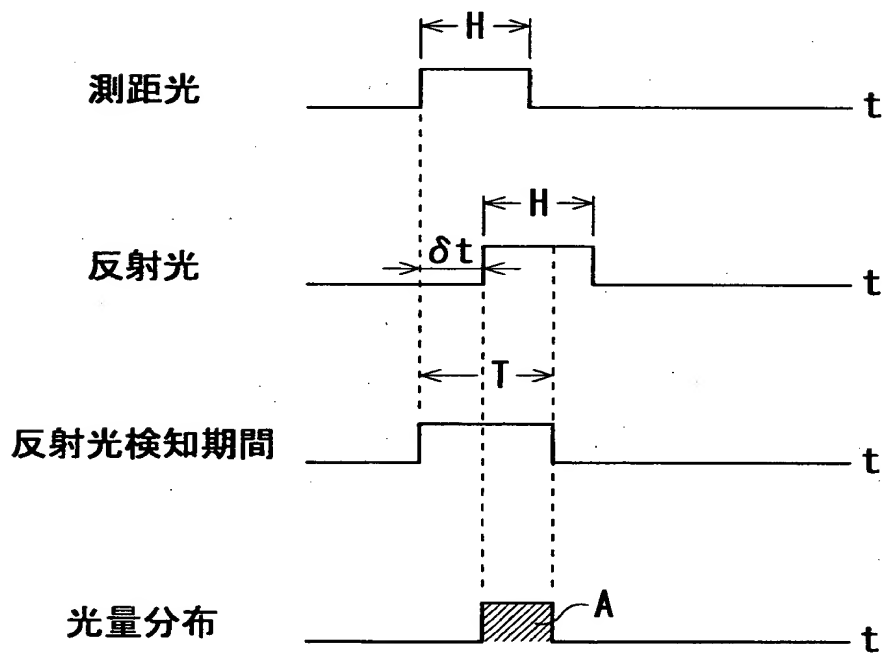
【図 2】



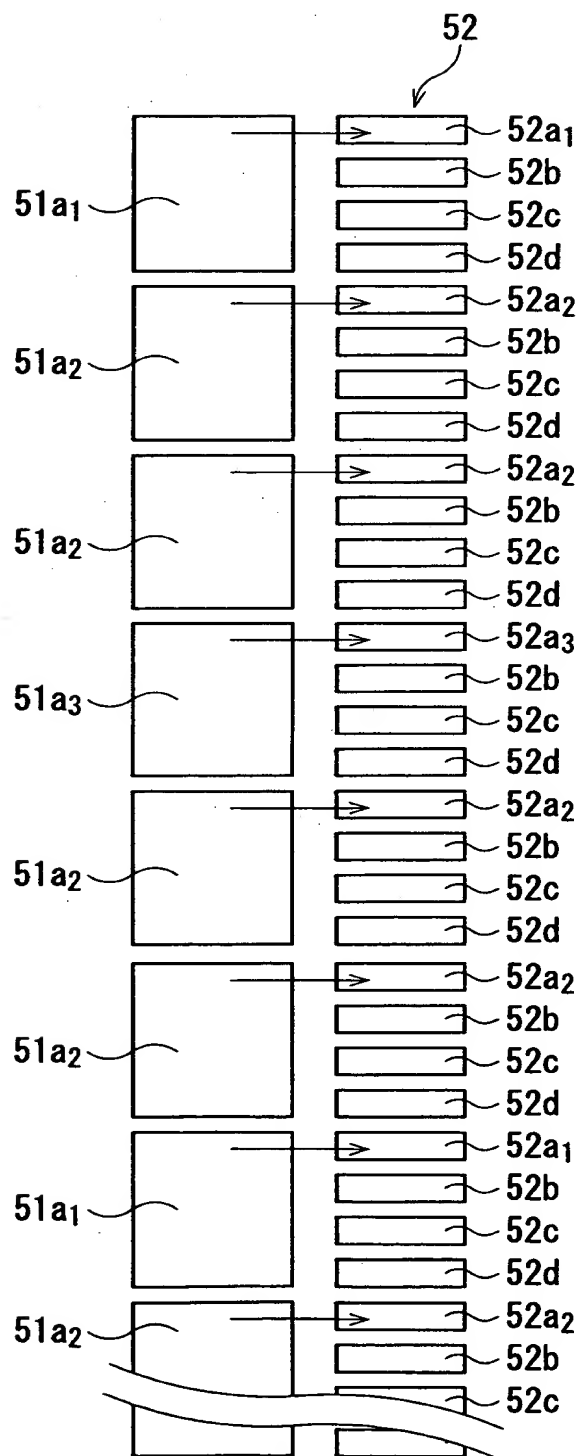
【図 3】



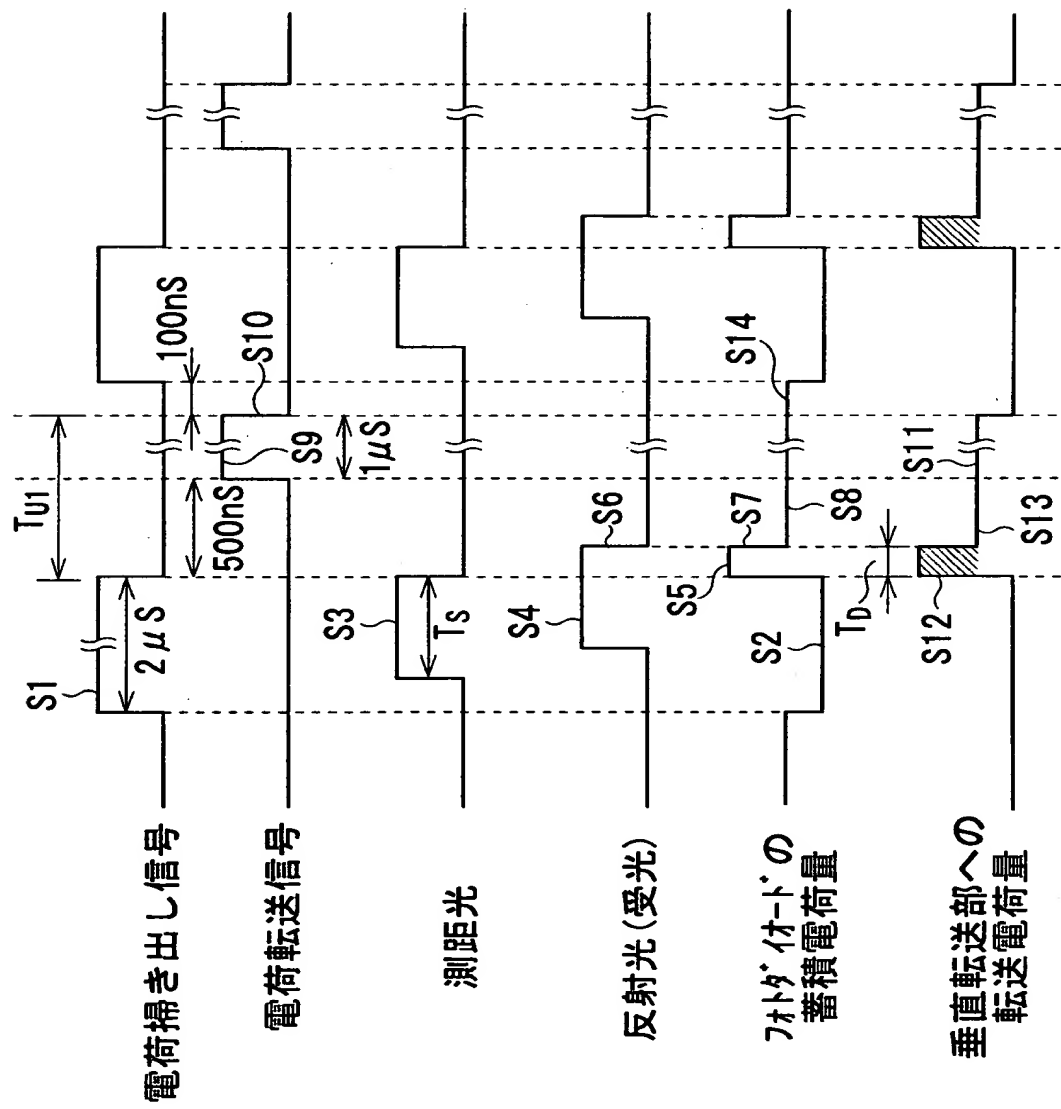
【図 4】



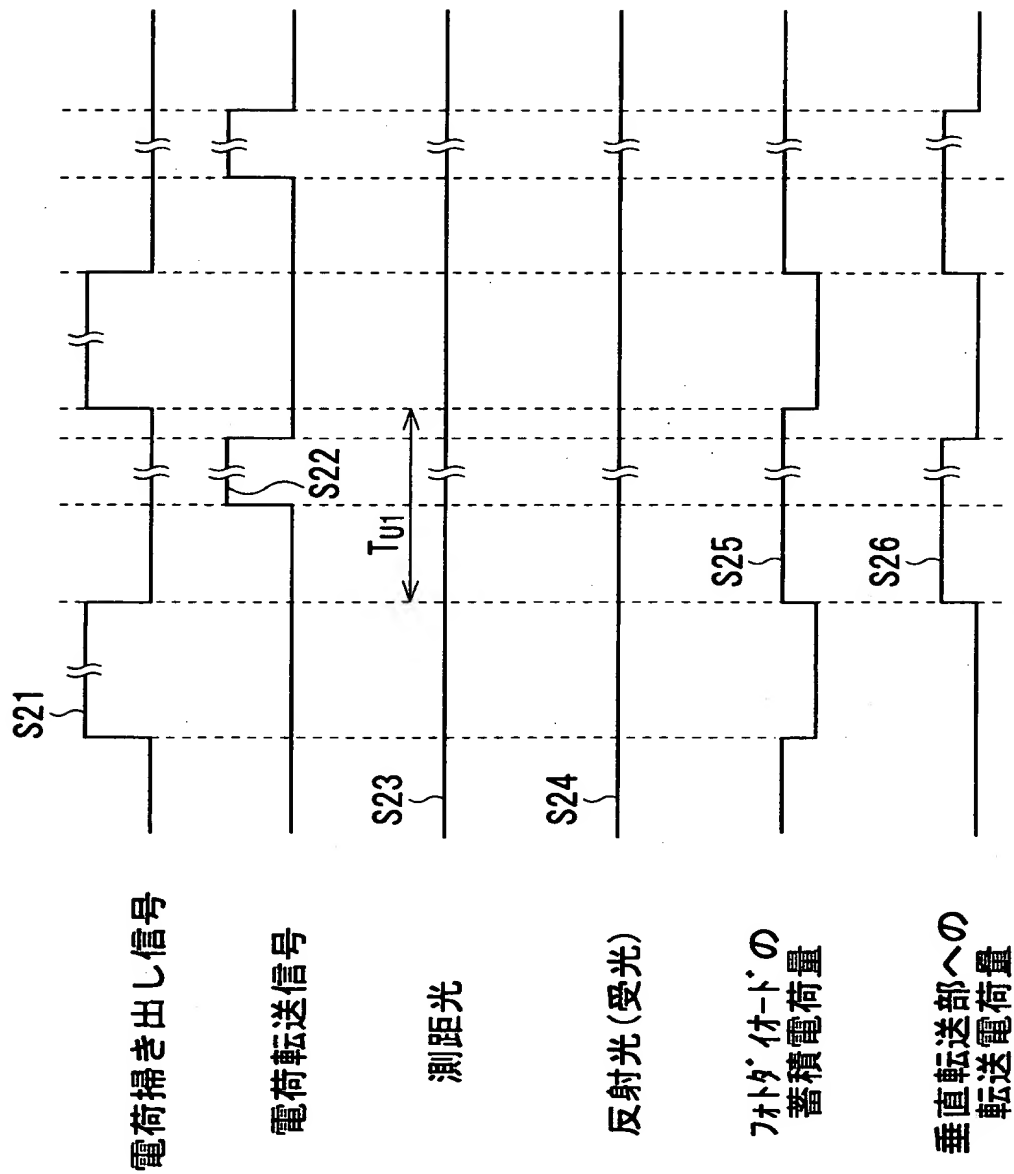
【図 5】



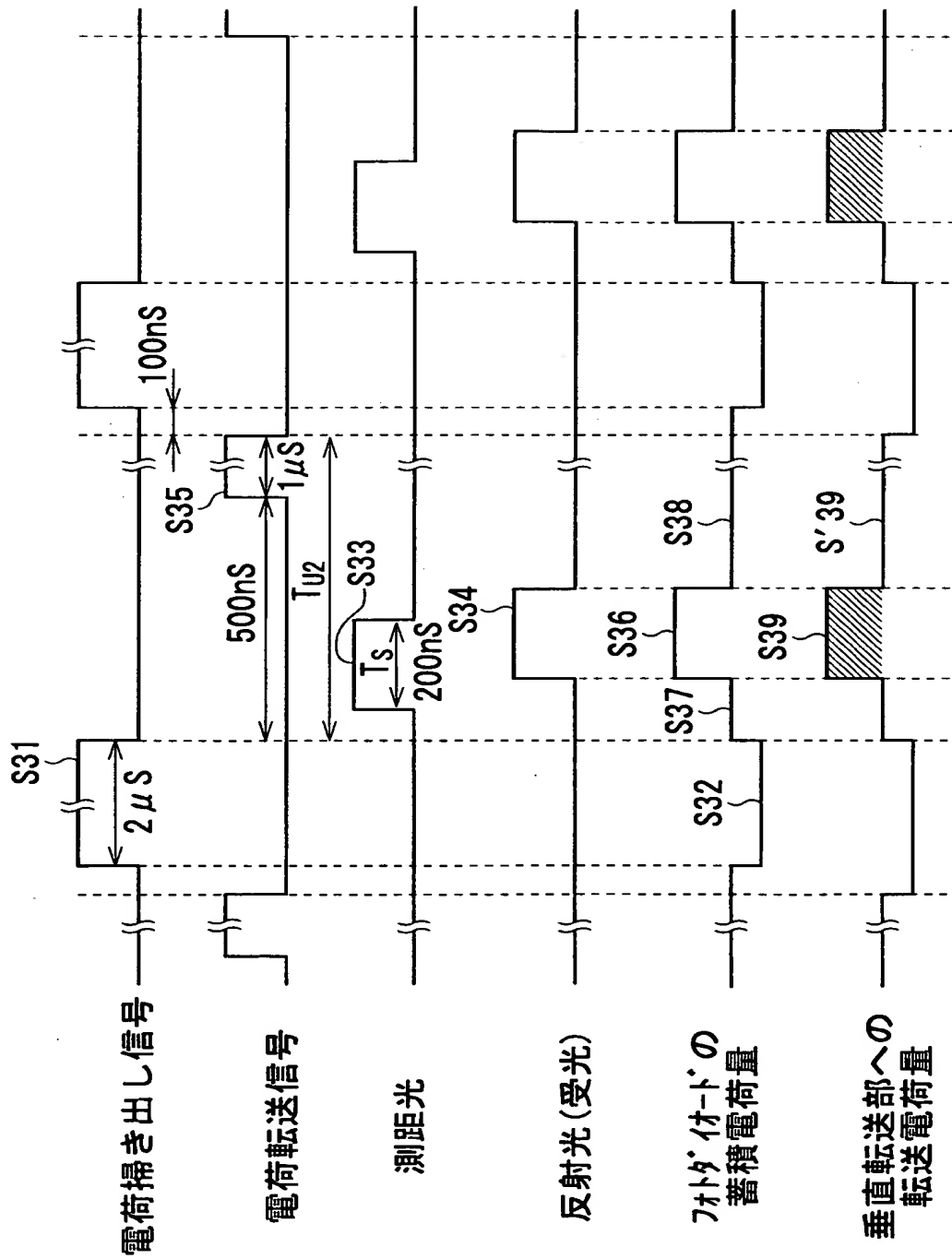
【図 7】



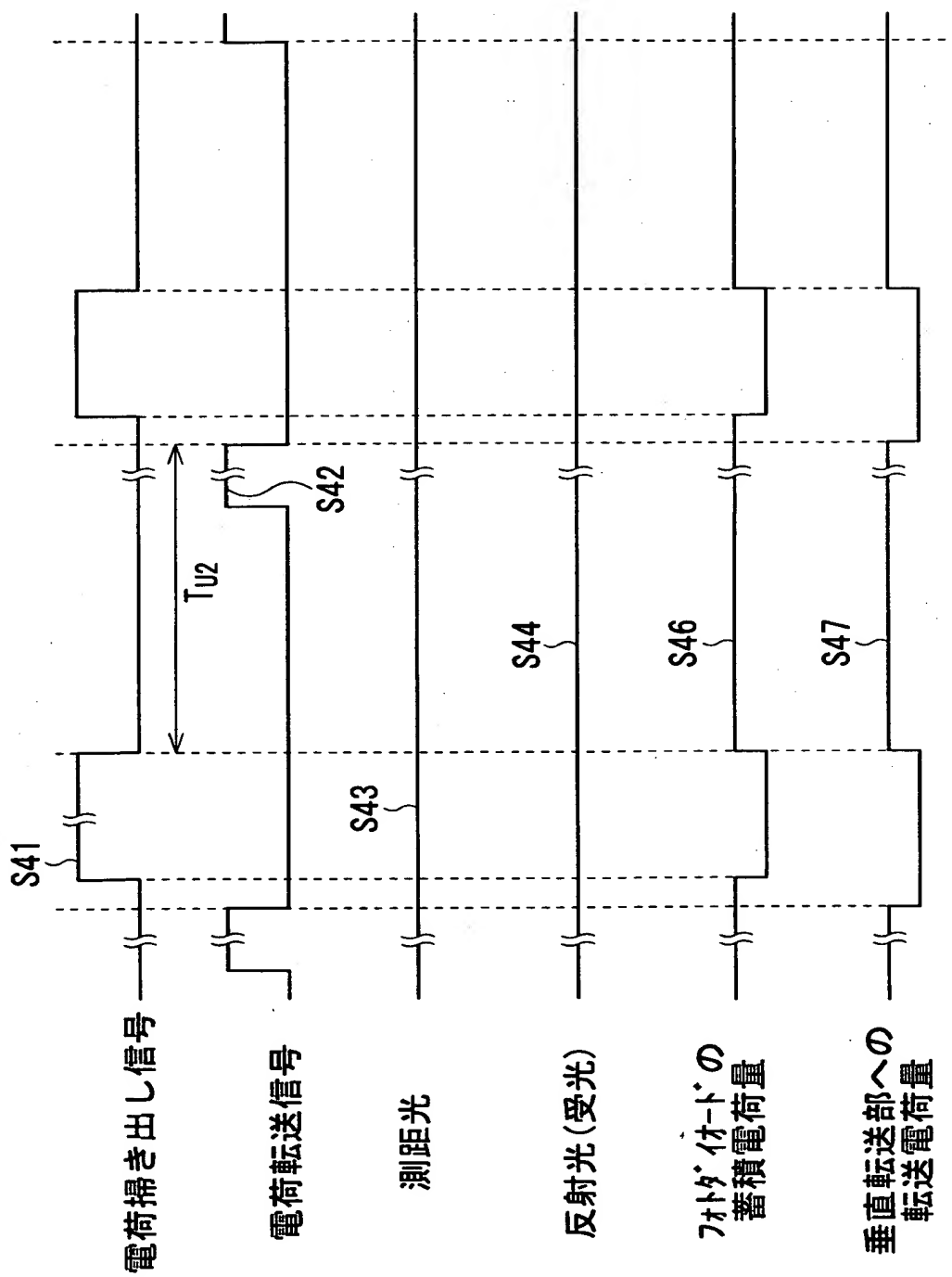
【図 8】



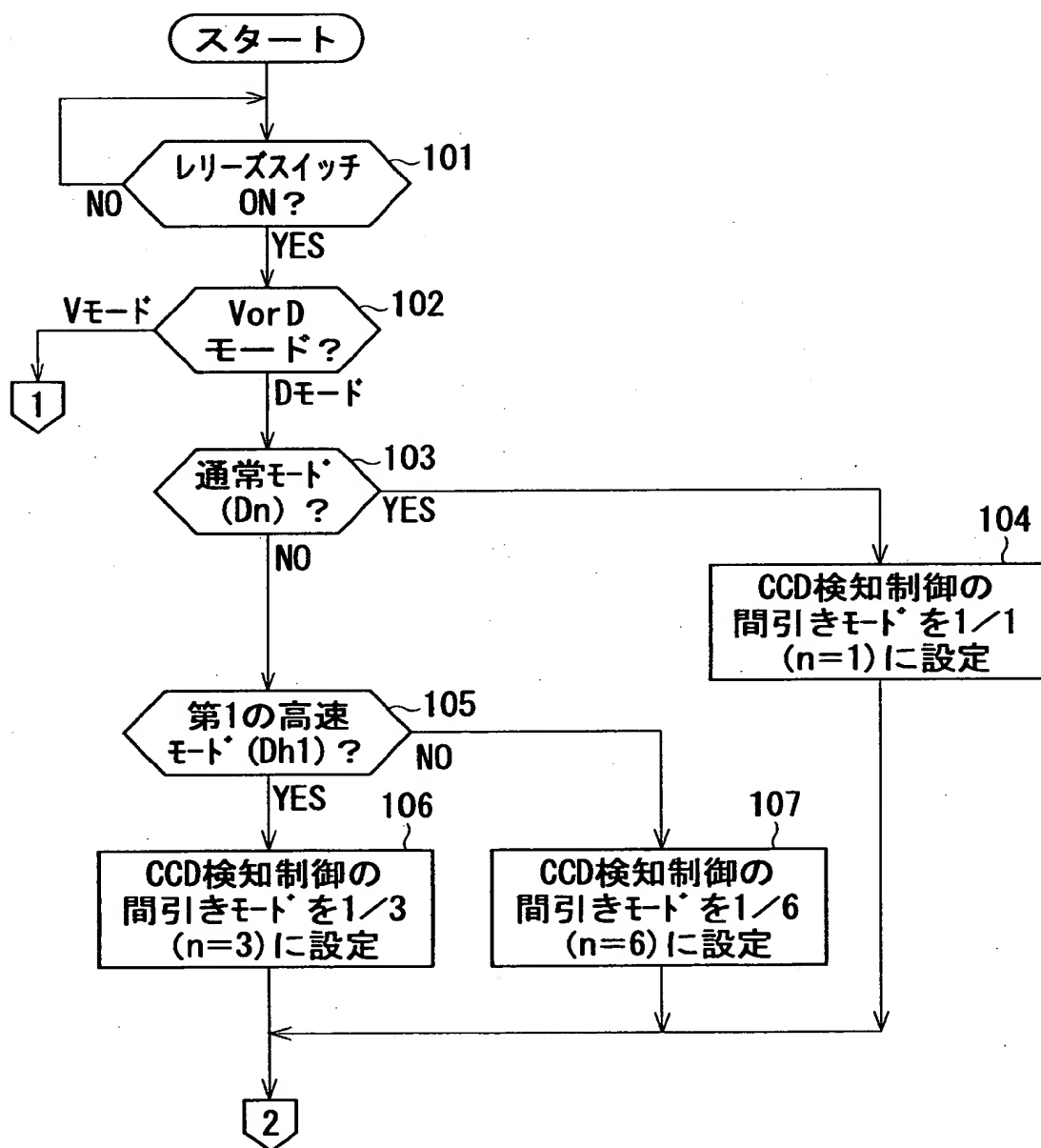
【図 9】



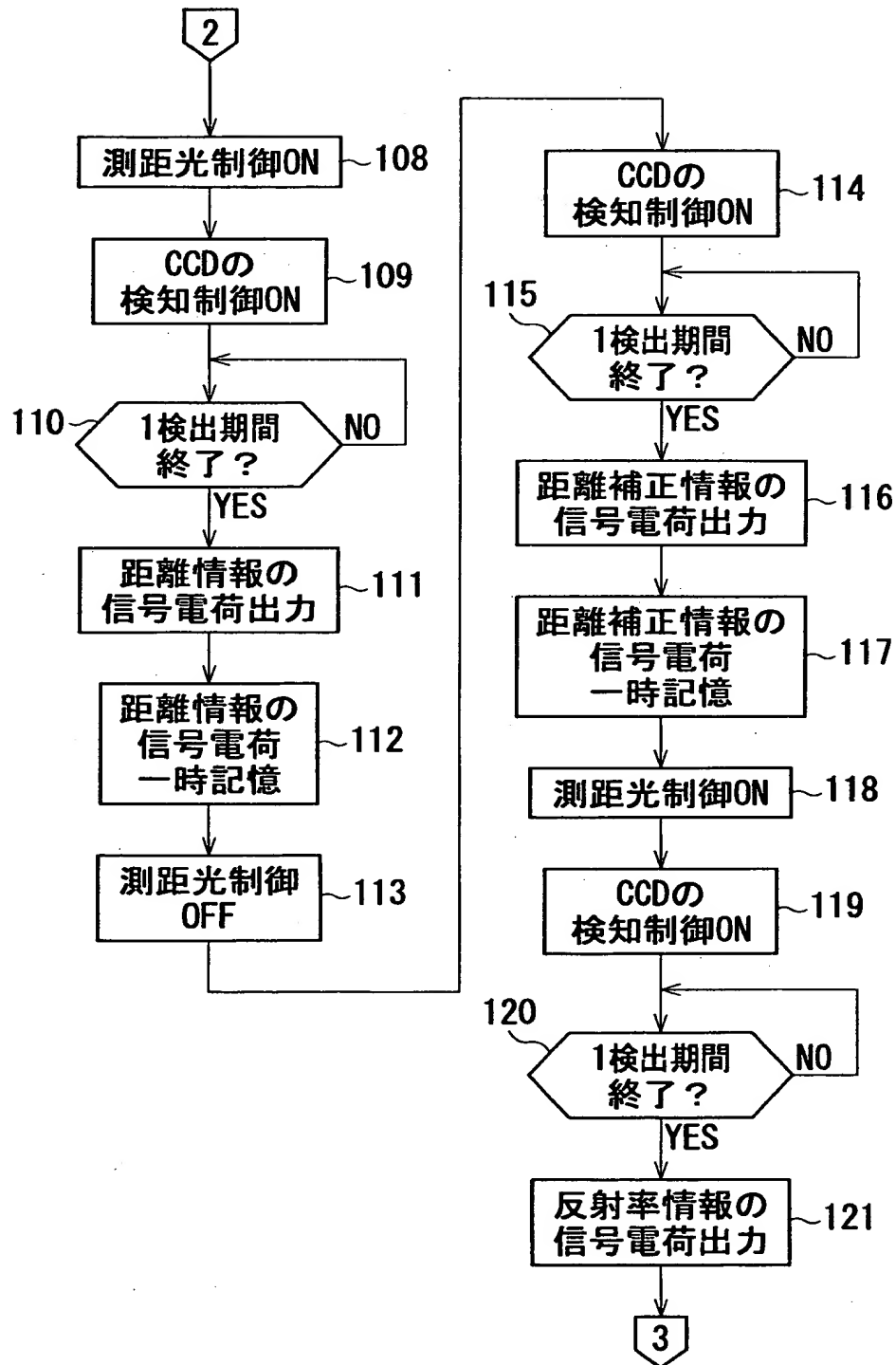
【図 10】



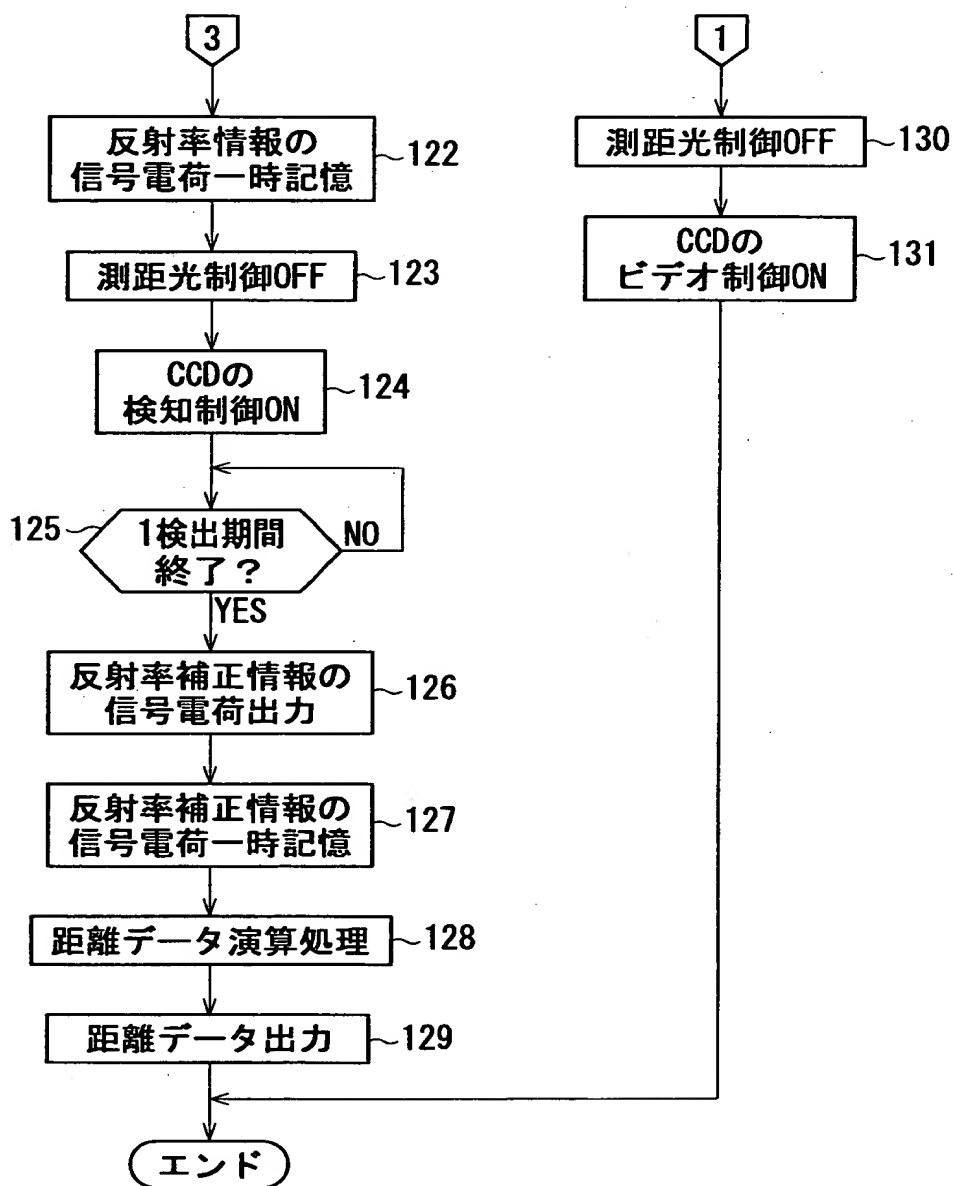
【図 1 1】



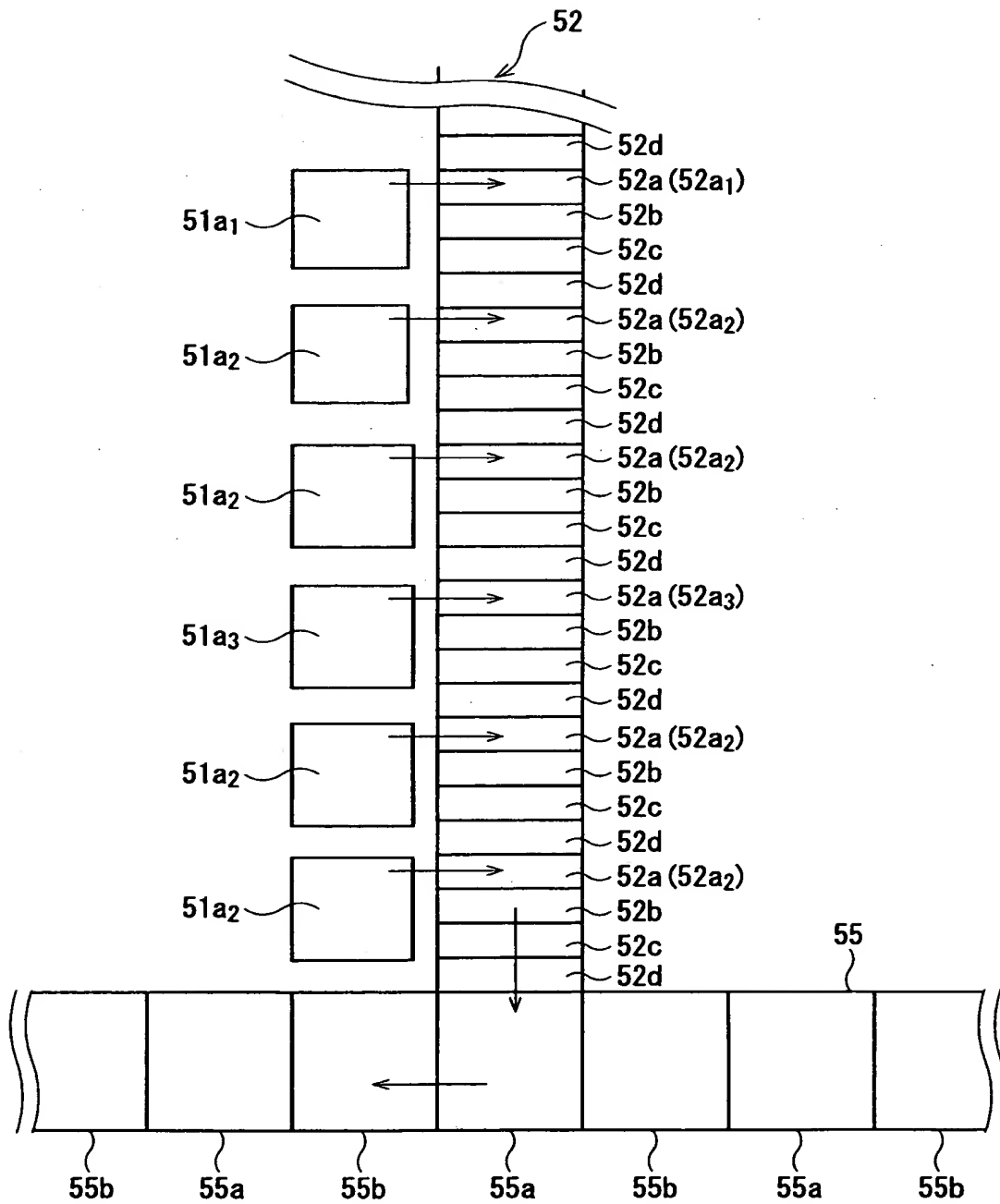
【図 1 2】



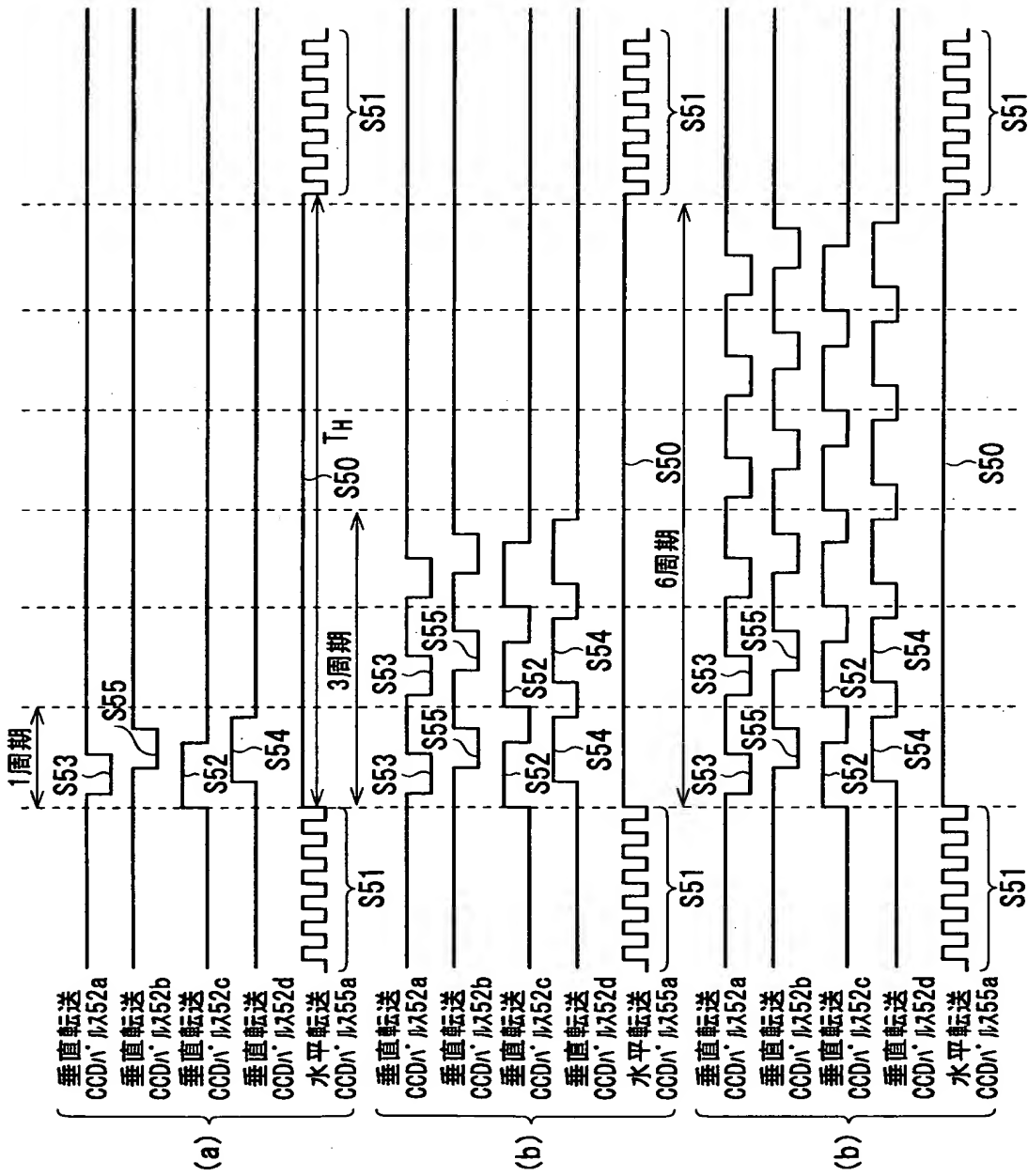
【図 13】



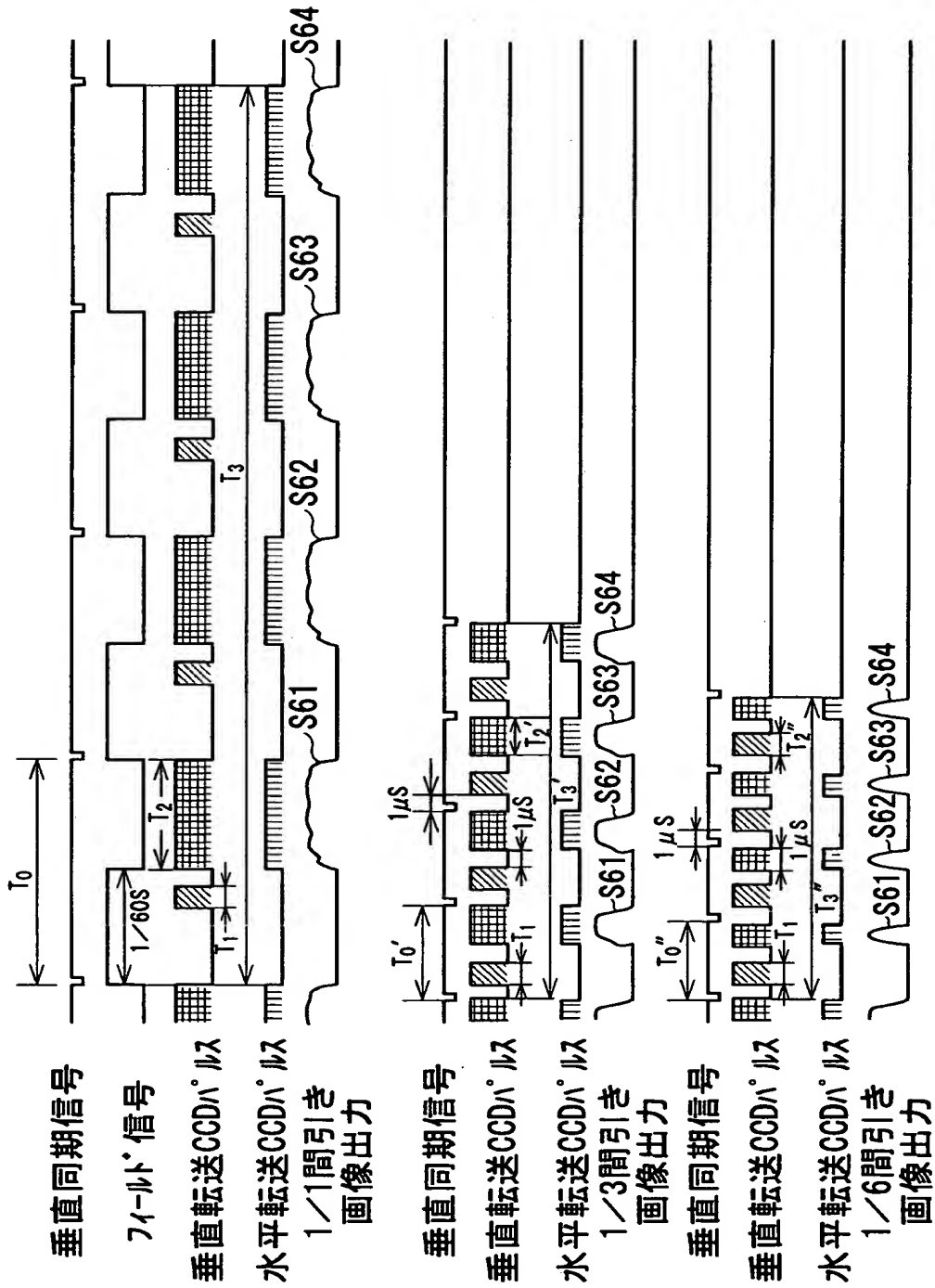
【图 1 4】



【图 15】



【図 1 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 移動する被計測物体の 3 次元画像情報を安価かつ簡便に得る。

【解決手段】 CCDの5水平ラインおきのフォトダイオードを用いて距離に関する信号電荷を検出する。検出された信号電荷を垂直転送部へ転送する。垂直転送部へ転送された信号電荷を垂直転送CCDパルス（4相駆動パルス）S52、S53、S54、S55により水平転送部方向へ転送する。水平転送CCDパルスS50が出力されている間に6周期分の垂直転送CCDパルスを出力する。これにより水平転送部へ転送された1ライン分の信号電荷を水平転送CCDパルスS51によりCCDの外部へと出力する。

【選択図】 図15

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名	旭光学工業株式会社